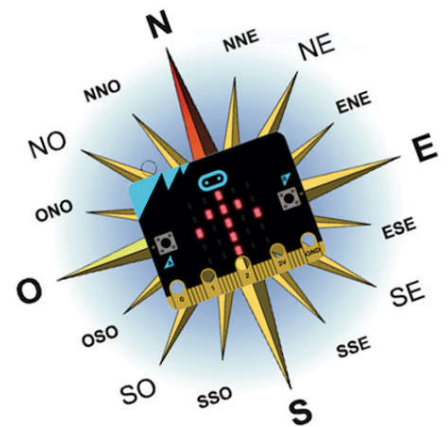
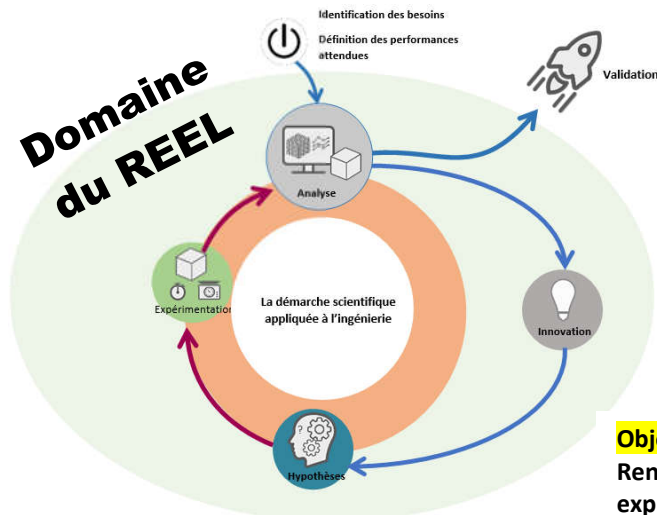


Amélioration le suivi de cap avec prise de référence.



Objectif de cette activité :

Rendre plus réaliste le processus de suivi de cap de la maquette expérimentale.

Dans cette activité, le matériel est mis à disposition pour mettre au point un programme prenant en compte le champ magnétique terrestre.

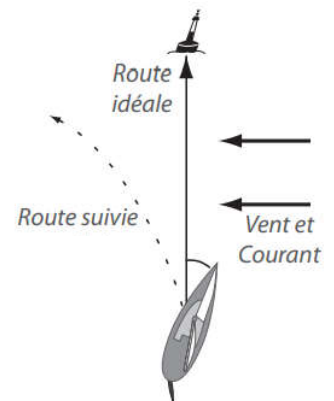
MISE EN SITUATION

Au-delà du choix du type de commande du moteur, se pose, dans la réalité, un problème majeur : Celui de suivre un cap si les hypothèses simplificatrices émises jusqu'alors ne sont pas réunies. Le cahier des charges stipule : « Précision de cap suivi attendue en régime permanent par mer belle à peu agitée » !

Il ne faut donc pas se méprendre sur la capacité qu'aurait la maquette expérimentale proposée en l'état, de garantir le suivi d'un cap. D'évidence il manque une donnée essentielle : la référence du champ magnétique terrestre.

C'est la raison pour laquelle la plupart des pilotes automatiques de bateau sont équipés d'un compas (*) qui permet de corriger la route suivie par rapport au Nord compas à tout instant.

(*) Notons qu'il existe d'autres solutions pour suivre un cap mais elles ne sont pas abordées ici.



Compléments et Précisions sur les différents caps :

Intérêt du compas : Le compas permet au navigateur de connaître la direction du Nord et d'en déduire :
 - le **cap**, angle entre la ligne de foi du navire et le Nord,
 - le **relèvement Z** d'un amer, angle entre l'amer et le Nord.

Principe : Le champ magnétique terrestre oriente les aiguilles aimantées vers le Nord compas.

Le Nord indiqué par le compas n'est pas le Nord géographique (*) mais le Nord compas.

En effet l'aiguille aimantée du compas magnétique est soumise à l'action de deux champs :

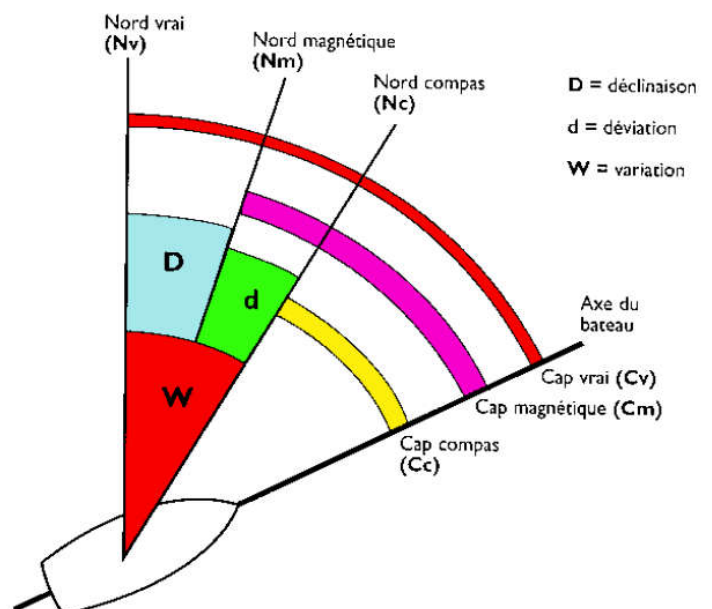
- Le **champ magnétique terrestre** (le Nord magnétique) qui fait un angle **D** avec la direction du Nord géographique ; **D** est la **déclinaison magnétique**, sa valeur est variable dans l'espace et dans le temps.

• Le **champ magnétique créé par le navire**

Ce champ magnétique supplémentaire dévie l'aiguille du compas par rapport au Nord magnétique d'une valeur **d** appelée **dévi**ation. La déviation varie en fonction du cap du navire et est propre à chaque couple Navire/compas.

La somme de la déviation et de la déclinaison s'appelle la variation : **W = D + d**

La variation est aussi appelée **erreur du compas**.



Pour réduire l'erreur du compas, on cherche à diminuer la valeur de la déviation : on réalise **la compensation** du compas. L'opération de compensation n'étant pas parfaite, il reste toujours une déviation qui est déterminée pour chaque cap par l'opération de **régulation**.

Notons que le **fluxgate** contrairement à un compas est, de par sa conception, très peu sensible aux interférences et donne ainsi un **Nord magnétique**.

Les relations : **$C_v = C_c + W$** **$C_v = C_m + D$**

(* En réalité, le pôle magnétique de l'hémisphère Nord est situé à plusieurs centaines de Km du pôle Nord géographique ce qui engendre selon les régions des différences pouvant aller jusqu'à 15°.



Problème technique de l'activité 4 :

Comment prendre en considération le champ magnétique terrestre pour rendre crédible le suivi de cap de la maquette expérimentale ?

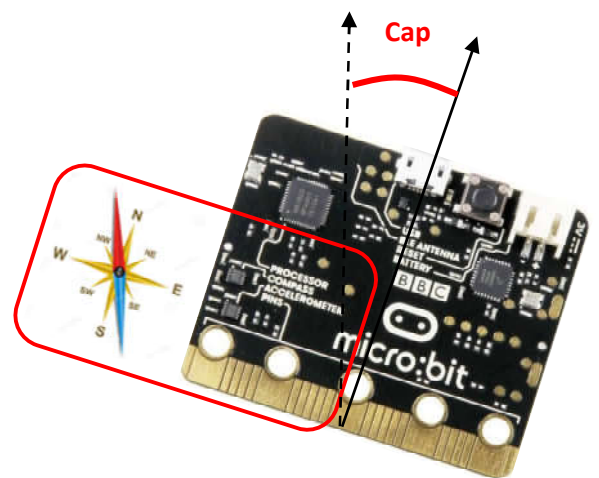


Exploitation de la boussole de la carte MICRO:BIT

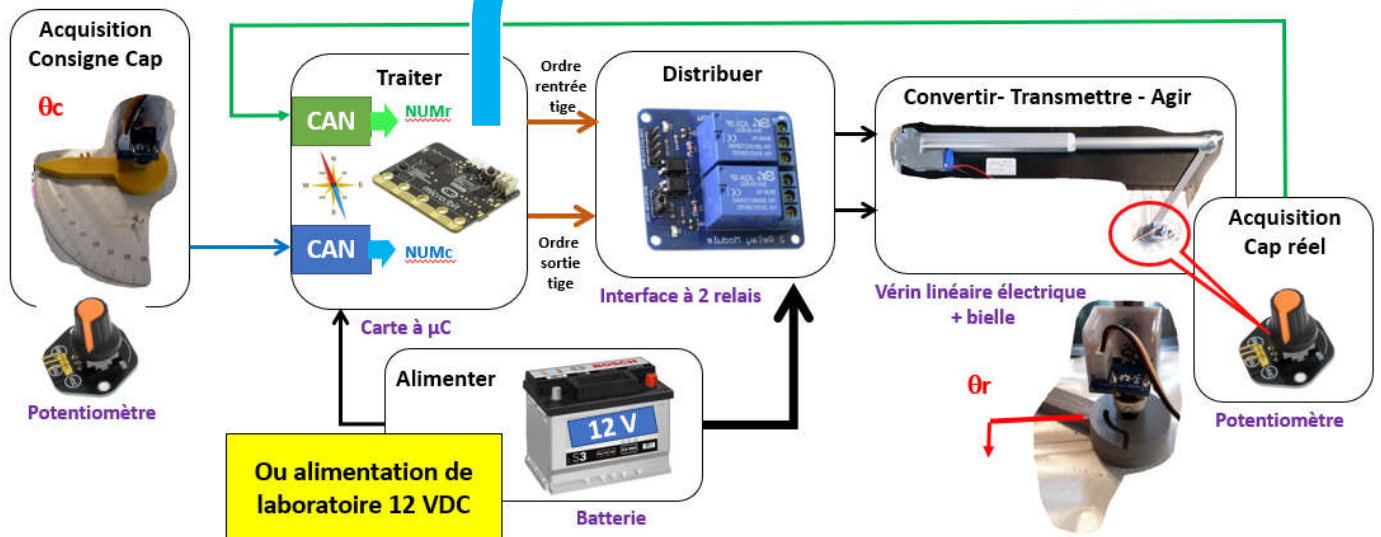
La carte MICRO:BIT est équipée d'un capteur qui permet de connaître l'angle entre l'axe de la carte et le champ magnétique terrestre.

Grâce à ce capteur, il devient possible de trouver sa direction par rapport à l'axe nord/sud.

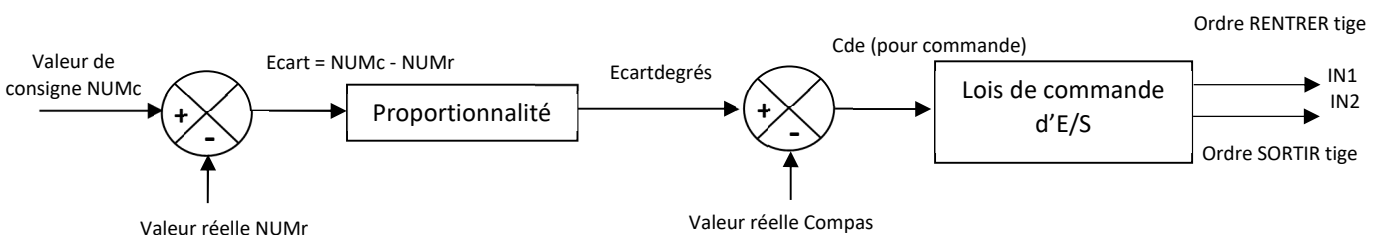
Le cap est l'angle formé en degrés, dans le sens des aiguilles d'une montre, entre le nord magnétique et l'axe de la carte



Le **synoptique de la maquette expérimentale** deviendrait alors le suivant :



De même le schéma bloc de la chaîne d'acquisition deviendrait :





Hypothèses simplificatrices

Le skipper navigue par mer belle à peu agitée.

La cible à atteindre par le pilote automatique de bateau peut être fixée par le skipper à partir d'une carte de navigation.



EXPERIMENTATION N°1 – Etalonnage du compas

Avant de pouvoir disposer de l'information de cap de façon fiable, il est indispensable d'étalonner le capteur de la carte micro:bit afin qu'il puisse tenir compte de son environnement électromagnétique proche (environnement dont on sait qu'il influe sur le champ magnétique terrestre et sur la précision de la boussole).

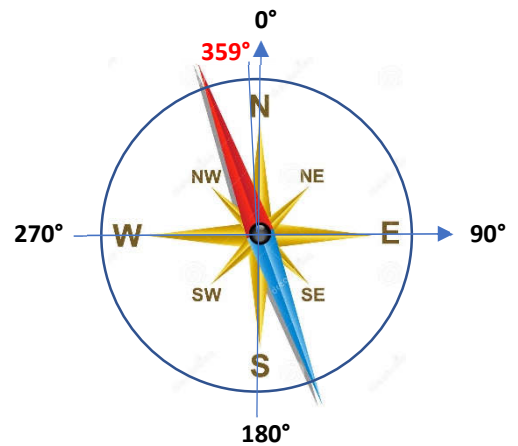
- 1- Muni d'une carte micro:bit, d'un cordon micro USB, d'un PC équipé d'un logiciel de programmation en PYTHON (**Editeur Mu** par exemple), **éditer** puis **téléverser** dans la carte à μC le programme d'étalonnage suivant :

```
from microbit import *
if not(compass.is_calibrated()):
    compass.calibrated()
while True:
    Compas = compass.heading()
    display.scroll(Compas)
    sleep(100)
```

NB : Le capteur mesure (en nanoTesla nT) la composante du vecteur du champ magnétique en trois dimensions à l'aide des commandes `compass.get_x()`, `compass.get_y()` et `compass.get_z()`. Ces commandes peuvent être utilisées pour positionner l'axe de la carte en 3D par rapport au champ magnétique terrestre. Pour une programmation plus simple, la commande `compass.heading()` est utilisée ici.

Elle donne directement la direction en degrés par rapport au nord magnétique quelque soit la position de la carte micro:bit. Elle utilise les 3 composantes des axes x, y et z pour calculer l'angle cap.

- 2- Lorsque le programme est téléchargé sur la carte, le message suivant défile sur l'afficheur : **Tilt to fill screen.**
Pour étalonner, **bouger** la carte à μC dans tous les sens afin que le panneau à LED de la carte soit entièrement allumé.
Une fois calibrée, un émoticône apparaît.
L'opérateur « not » évite d'avoir à calibrer à chaque utilisation le capteur si l'environnement ne change pas.

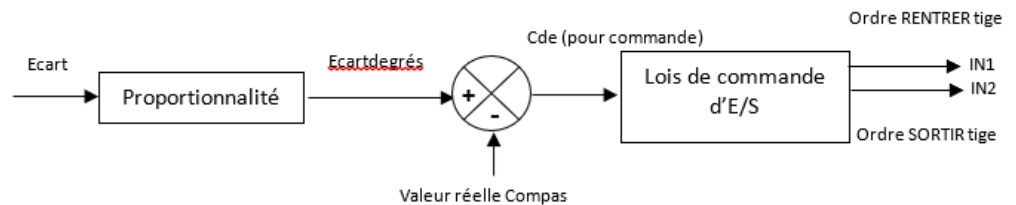


- 3- Valider le bon fonctionnement de la carte en lisant l'affichage de l'angle (en °) qui défile sur l'afficheur avec une précision d'1 degrés .



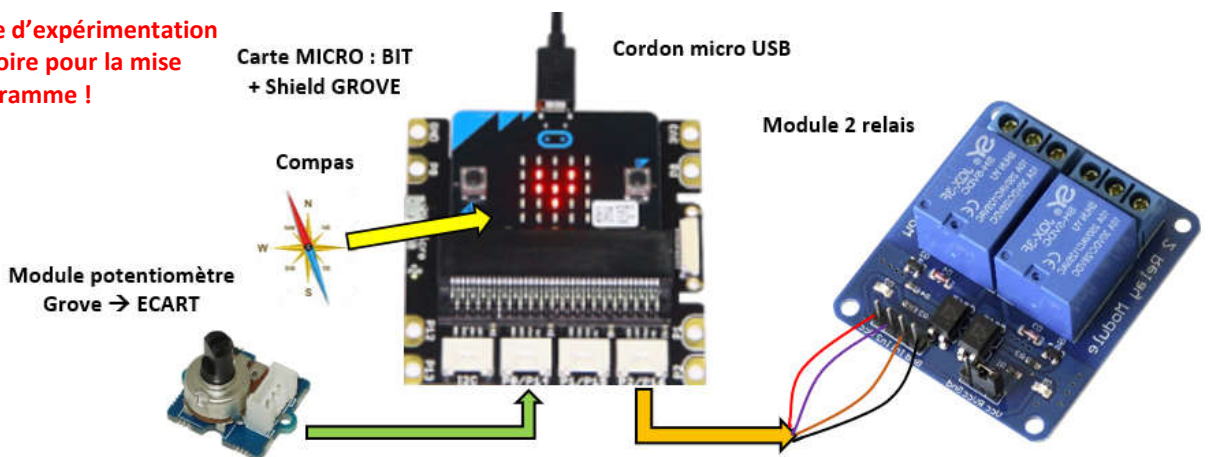
Elaboration du nouveau programme de suivi de cap

Etant donné que plusieurs paramètres influent sur le suivi de cap, nous allons simplifier la procédure de mise au point du programme en considérant le schéma bloc simplifié suivant :



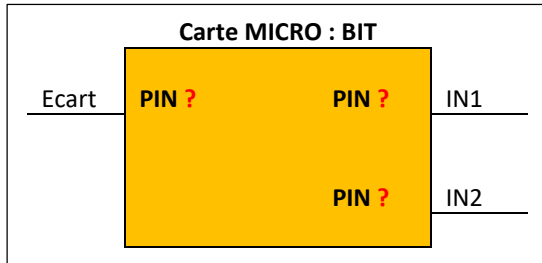
La grandeur « Ecart » sera directement obtenue avec un potentiomètre Grove. Ce qui conduit au schéma de montage suivant :

NB : La maquette d'expérimentation n'est pas obligatoire pour la mise au point du programme !



4- **Etablir** la relation de proportionnalité $Ecart_{degres} = f(Ecart)$.

5- **Déduire** du programme l'affectation des broches des entrée et des sorties.



6- **Réaliser** le montage.

NB : La maquette d'expérimentation n'est pas obligatoire pour la mise au point du programme !

7- **Editer** le programme.

```
from microbit import *
Hyst = 5

if not(compass.is_calibrated()):
    compass.calibrate()
while True:
    Ecart = pin0.read_analog()
    Ecartdegres = 359 * Ecart // 1023
    Compas = compass.heading()
    Cde = Ecartdegres - Compas
    if Cde > Hyst:
        pin2.write_digital(1)
        pin16.write_digital(0)
        sleep(10)
    if Cde < -Hyst:
        pin2.write_digital(0)
        pin16.write_digital(1)
        sleep(10)
    if Cde >= -Hyst and Cde <= Hyst:
        pin2.write_digital(1)
        pin16.write_digital(1)
        sleep(10)
    display.scroll(Compas)
    sleep(10)
    display.scroll(Ecart)
    sleep(10)
```



EXPERIMENTATION N°2 – Mise au point du programme de suivi de cap

8- **Définir** un protocole de validation du programme.

9- **Téléverser** et **tester** le programme en le modifiant le cas échéant.



CONCLUSION

10- La solution technologique proposée prenant en compte le champ magnétique terrestre comme référence pour suivre un cap donne-t-elle satisfaction ?